

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-007010

(43)Date of publication of application : 13.01.1986

(51)Int.Cl.

B21B 37/00

B21B 23/00

(21)Application number : 59-127745

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 20.06.1984

(72)Inventor : FUJISAWA KAZUO
YAMAGUCHI HISAO
MURAYAMA RIICHI
HASHIMOTO KOICHI
NAKANISHI YASUHEI

(54) METHOD FOR DIAGNOSING FACTOR FOR THICKNESS DEVIATION OF SEAMLESS PIPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To diagnose exactly the factors for the thickness deviation of a pipe by measuring the wall thickness in the various parts along the axial direction of the pipe at plural circumferential points thereof and detecting the specific factors contributing to generating the change in the wall thickness from the distribution and period of the thickness deviation, and the max. and min. values of the circumferential thickness deviation.

CONSTITUTION: The wall thicknesses in the various parts in the axial length direction of the seamless pipe are measured at the plural circumferential point thereof by using an electromagnetic ultrasonic method. The functions of the wall thickness distributions in the axial length direction are determined with the optional two points in the circumferential direction in accordance with the measured values. The cross-correlation functions are derived from these functions of the wall thickness distributions. Whether the peak value in the prescribed region of the cross-correlation functions exceeds a predetermined reference value or not is judged. The average values of the wall thickness in the axial length direction of the measured values described above are calculated and whether the difference between the max. value and min. value in the circumferential direction among the average values exceeds the predetermined other reference value or not is judged. The exact diagnosis of the factors for the thickness deviation is thus made possible and the adequate disposition is executed with a good timing.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-7010

⑤ Int. Cl.

B 21 B 37/00
23/00

識別記号

B B S

庁内整理番号

7605-4E
7819-4E

④ 公開 昭和61年(1986)1月13日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 継目無管の偏肉要因診断方法

⑰ 特 願 昭59-127745

⑱ 出 願 昭59(1984)6月20日

⑲ 発 明 者 藤 沢 和 夫 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑲ 発 明 者 山 口 久 雄 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑲ 発 明 者 村 山 理 一 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑲ 発 明 者 橋 本 晃 一 海南省船尾260番地の100 住友金属工業株式会社海南鋼管製造所内

⑲ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地

⑲ 代 理 人 弁理士 河野 登夫
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称 継目無管の偏肉要因診断方法

2. 特許請求の範囲

1. ビレットに穿孔機を用いて穿孔し、得られた素管を延伸圧延して製造された継目無管の周方向複数個所について夫々軸長方向各部の肉厚を測定し、該測定値に基づき周方向の任意の2箇所についての各軸長方向肉厚分布関数を求め、これら肉厚分布関数に基づいて相互相関関数を導出し、該相互相関関数に基づいて偏肉要因を判別することを特徴とする継目無管の偏肉要因診断方法。

2. ビレットに穿孔機を用いて穿孔し、得られた素管を延伸圧延して製造された継目無管の周方向複数個所について夫々軸長方向各部の肉厚を測定し、該測定値に基づき周方向の任意の2箇所についての各軸長方向肉厚分布関数を求め、これら肉厚分布関数に基づいて相互相関関数を導出し、該相互相関関数の所定領域内でのピーク値が予め定めた基準値を越

えるか否かの判断、並びに前記測定値の各軸長方向肉厚の平均値を算出し、平均値のうちの周方向における最大値と最小値との差を予め定めた他の基準値と比較し、差が基準値を超えるか否かの判断に基づいて偏肉要因を判別することを特徴とする継目無管の偏肉要因診断方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は穿孔機、マンドレルミル等の製管設備の不良、或いは製管用素材たるビレットの熱処理不良等の偏肉要因を製造された管の肉厚を分布に基づいて診断する方法に関するものである。

(従来技術)

継目無管を、例えばマンネスマン・マンドレルミル式で製造する場合、素材たるビレットを加熱炉にて所要温度に加熱した後、穿孔機にて中心に沿って孔を穿ち素管を得、この素管を必要に応じてエロンゲータに通した後、又は直接マンドレルミルに通して延伸圧延し、ストレッチレジャー

サ、その他の圧延機で所定の外径、肉厚に仕上げることににより製造している。ところでこのようにして製造される縫目無管には種々の要因に基づき肉厚にばらつきが生じる。このような肉厚のばらつき発生の要因としては管素材の材質、加熱温度の不均一等に基づく場合の外、穿孔機、マンドレルミル、レデューサ等の製管設備に起因する場合も少なくない。例えば穿孔機にあってはそのプラグの摩耗、偏心等によって、またマンドレルミルにあってはロールのアライメント不良、ロール摩耗、マンドレルバーのたわみ等が偏肉を発生させることが知られており、上記した加工具等の点検、整備、交換により偏肉の程度を低減し得ることが認められる。

しかし従来にあってはこのような点検整備、工具交換等は定期的に、例えば製管本数等に基づいて行われているため安全を見込んで点検整備、或いは工具交換を早めに行いがちであり、点検、整備回数が多くなり、また工具コストも高くつく等の問題があった。

ことも解った。

(目的)

本発明はかかる知見に基づきなされたものであって、その目的とするところは電磁超音波法を用いて周方向複数個所の夫々において管の軸長方向各部の肉厚を測定し、この肉厚測定値に基づいて、その偏肉分布、偏肉の周期、周方向の偏肉の最大値、最小値等を求め、偏肉発生要因特有の肉厚変化を検出し、正確に偏肉要因を診断し、適切な処理を適性なタイミングで無駄なく整備点検を行い得るようにした縫目無管の偏肉要因診断方法を提供するにある。

(構成)

本発明に係る縫目無管の偏肉要因診断方法はビレットに穿孔機を用いて穿孔し、得られた素管を延伸圧延して製造された縫目無管の周方向複数個所について夫々軸長方向各部の肉厚を測定し、該測定値に基づき周方向の任意の2箇所についての各軸長方向肉厚分布関数を求め、これら肉厚分布関数に基づいて相互相関関数を導出し、該相互相

関数に基いて偏肉要因を判別することを特徴とする。

本発明者等は製造された管の偏肉とその発生要因で在る穿孔機、マンドレルミル等の製管設備の不良、或いはビレットの片焼け等の熱処理不良との関係につき実験、研究を行なった結果、例えば穿孔機のプラグ不良、特に偏心がある場合には管内面に螺旋状の偏肉が発生し、またマンドレルミル、プラグミルの不良、特にロールギャップアライメント不良が在る場合には管の軸長方向に一定間隔で90°ずつ向きの異った位置で偏肉が生じ、更にビレット片焼け等の不良が存する場合には管内面に前記穿孔機不良の場合と同様の螺旋状の偏肉が発生するが、この偏肉の周期は穿孔機不良の場合と異ったものとなること等を知見した。またこれらの特徴的な肉厚変化は縫目無管の最終製品の段階においても残存し、従って各製管装置の出側毎に肉厚計を配して逐一肉厚分布を測定する必要はなく、最終製品について、その周方向の複数個所の夫々において軸長方向の肉厚を測定し、これを解析して各偏肉要因毎に肉厚変動分を分離し、偏肉発生要因を正確に、しかも容易に診断し得る

関数に基いて偏肉要因を判別することを特徴とする。

本発明に係るいまひとつの縫目無管の偏肉要因診断方法はビレットに穿孔機を用いて穿孔し、得られた素管を延伸圧延して製造された縫目無管の周方向複数個所について夫々軸長方向各部の肉厚を測定し、該測定値に基づき周方向の任意の2箇所についての各軸長方向肉厚分布関数を求め、これら肉厚分布関数に基づいて相互相関関数を導出し、該相互相関関数の所定領域内でのピーク値が予め定めた基準値を超えるか否かの判断、並びに前記測定値の各軸長方向肉厚の平均値を算出し、平均値のうちの周方向における最大値と最小値との差を予め定めた他の基準値と比較し、差が基準値を超えるか否かの判断に基づいて偏肉要因を判別することを特徴とする。

(実施例)

以下本発明をその実施例を示す図面に基づき具体的に説明する。第1図はマンネスマン・マンドレルミル方式による製管工程及び本発明方法の制

御系を示す模式図であり、図中1はビレット、2は加熱炉、3は穿孔機、4はマンドレルミル、5は再加熱炉、6はストレッチレデューサ、7は冷却床を示している。ビレット1は加熱炉2にて所定温度に加熱され、穿孔機3にて中心部に穿孔され、次いでマンドレルミル4にて粗圧延され、ホットソーにてクロップ部を切断され、再加熱炉5にて加熱した後、ストレッチレデューサ6にて所定の外径、肉厚に圧延され、冷却床7にて冷却して継目無管を製造している。そしてストレッチレデューサ6の出側において肉厚測定装置10を用いて管Pの周方向における複数個所で夫々軸長方向に所定のピッチ(0.1~10mm)で肉厚を測定する。

第2図は肉厚測定装置10の計測部及び信号処理部の1例を示すブロック図であり、ストレッチレデューサの出側における継目無管Pの移動域の周囲に励磁コイルが同心に配設せしめられており、これに直流電流が通流せしめられると、継目無管Pにその軸方向への直流磁界が付与されるようになっている。一方13は同期パルス発生回路であっ

て、そのトリガー信号に基づきパルス電流発生回路14はパルス電流を発生し、送信コイル11に通電することにより管Pの半径方向の磁束が変化し、この磁束変化に伴って管Pの表面に渦電流が発生する。この渦電流と前記磁界とによるローレンツ力にて管P表面と垂直な方向に変化する歪(フレミングの左手の法則)が発生し、該歪は管Pの表面と垂直な方向に伝播する。即ち管P表面から縦波の超音波が発生する。この超音波は管P中を伝播し、その内周面で反射し、この反射超音波は外表面に到達し、前述と逆の過程(フレミングの右手の法則)により渦電流を発生し、受信コイル12により誘起電圧として検出され、増幅器15にて増幅された後、同期検波器16により包絡線検波されて時間差測定回路17へ入力される。同期検波器16には同期パルス発生回路13からトリガー信号が与えられており、これによりパルス電流を送信コイル11に通電した時点から最初のエコーを検出した時点まで計数を行わせるべき信号を時間差測定回路17へ出力する。時間差測定回路17は管Pの表面に

超音波が発生した時点から内表面で反射したエコーが検出される時点までの時間差を求めインターフェース18を通じて演算装置20の肉厚変換回路21へ与える。肉厚変換回路21は上記時間差及び別途求めた管Pの温度及び核温度での縦波伝播速度に基づいて管Pの肉厚を測定する。この肉厚は管Pの周方向複数個所、例えば6ヶ所の夫々について管Pの全長にわたる肉厚を算出し、夫々演算回路22へ出力する。

演算回路22は入力された肉厚データについて、軸長方向の肉厚分布関数、またこれらに基づき相互相関関数を求め、更には肉厚データに基づいて軸長方向の平均値及び平均値の周方向における値の最大値、最小値を求めてこれらの差を算出し、夫々判定回路23へ出力する。判定回路23は入力された各算出値に基づき継目無管に形成された偏肉の原因がマンドレルミルに起因するものか、或いは穿孔機若しくはビレット片焼けに起因するものかを判断する。

以下先ず継目無管に形成された偏肉がマンドレ

ルミル、特にそのロールギャップアライメント等に起因するか否かの判断手順について第3図に従い説明する。先ず得られた管についてその周方向複数個所 i ($i=1\cdots k$)について管の軸長方向各部 j (変形の大きいトップ部、ボトム部を除く)について($j=1\sim n$ 点)管各部の肉厚 D_{ij} を測定し(ステップ①)、この肉厚データに基づいて管の周方向複数個所について夫々軸長方向についての測定値の相加平均 \overline{D}_i 、即ち

$$\overline{D}_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} / n \text{ を算出する (ステップ②) }。$$

このように管の軸長方向の肉厚値についてその相加平均 \overline{D}_i を求めると、この平均肉厚値 \overline{D}_i は穿孔機の不良及びビレットの片焼けによる偏肉の影響が消去され、マンドレルミルに起因する偏肉のみが抽出されたものとなる。この理由は次のように説明される。

即ち、素管について得た軸長方向の肉厚分布が例えば穿孔機不良、ビレットの片焼けに起因する偏肉と、マンドレルミルの不良に起因する偏肉と

が重畳した結果であるとし、マンドレルミルの不良に起因する偏肉を a_0 、また穿孔機のプラグ、ビレットの片焼けに起因する偏肉の周期を ω 、軸長方向の位置を L_j とすると、素管の軸長方向偏肉分布は $a_0 + \sin \omega L_j$ と表わせる。ところでこれを素管の軸長方向に平均（前記偏肉周期の少なくとも数周期分）すると、下式の如くなる。

$$\frac{\sum_{j=1}^n a_0 + \sum_{j=1}^n \sin \omega L_j}{n} = a_0$$

従って穿孔機のプラグ不良、ビレット片焼けに起因する偏肉に関する項が消去され、マンドレルミルの不良に起因する偏肉 a_0 のみの値となるのである。

次に上述の如くにして求めた管の軸長方向肉厚平均値の内、周方向における最大値 $D_{i \max}$ 、と最小値 $D_{i \min}$ との差 ΔD_i を求め（ステップ③）、この偏差 ΔD_i が予め定めた基準値 k_1 よりも大きいかなかを判断し（ステップ④）、基準値 k_1 よりも小さいときはマンドレルミルの不良に起因

する偏肉は許容範囲内の値と判断し診断を終了する。また基準値 k_1 よりも大きい場合にはマンドレルミルの圧延条件不良としてその再調節を行い（ステップ⑤）、調節が終了すると次の管の製造を開始し（ステップ⑥）、当該素管についてステップ①に戻り上述の過程を反復し、 ΔD_i が基準値 k_1 より小さくなるまでマンドレルミルを再調節してゆく。

次に穿孔機のプラグ不良、ビレット片焼けに起因する偏肉発生の有無の検出過程について第4図に示すフローチャート及び第5図（イ）～（ニ）の説明図に従って説明する。先ず前述の場合と同様に得られた管について第5図（イ）に示す如く管の周方向複数箇所（a～h）における軸長方向各部の肉厚を求め、第5図（ロ）、（ハ）に示す如く変形の大きいトップ部、ボトム部（破線の位置から夫々トップ側、ボトム側のデータを除く）を除く中間部の肉厚データ総数を N （ $j=1 \cdots N$ ）、データの取付間隔を ΔL として周方向に θ だけ隔てられた2個所の管軸方向の肉厚分布関数 ϕ 、

（ j 、 ΔL ）、 ϕ_2 （ j 、 ΔL ）を求め（ステップ⑦）、これに基づいて k を変数とする相互相関関数 C_{12} （ k 、 ΔL ）を下式に従って導出する（ステップ⑧）。

$$C_{12}(k, \Delta L) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{ \phi_1(j, \Delta L) \cdot \phi_2(j-k, \Delta L) \}$$

但し k ：係数

上式において右辺の ϕ_2 を $\phi_2(j-k, \Delta L)$ としたのは ΔL が製管サイズにより変化するためである。いま穿孔機のプラグ偏心が存する場合、或いはビレットに片焼けがあった場合、得られた管の肉厚分布は夫々の要因に基づく第5図（ロ）、

（ハ）に示す如き周期的偏肉が形成される。換言すれば管の軸方向肉厚分布をみた場合、夫々第5図（ニ）、（ホ）に示す如き所定の周期で偏肉のピークが表われる。いま第5図（ニ）、（ホ）の如く基準位置から管の軸長方向における肉厚のピーク値を示す位置までの距離を穿孔機に起因する場合を $k_1 \Delta L$ 、ビレット片焼けに起因する場合

を $k_2 \Delta L$ とすると相互相関関数 $C_{12}(k, \Delta L)$ も夫々 $C_{12}(k_1, \Delta L)$ 、 $C_{12}(k_2, \Delta L)$ でピークを有することとなる。

従って、逆に穿孔機のプラグ偏心、ビレット片焼け等による偏肉周期を予め実験的、経験的に求め k_1 、 k_2 を設定しておき、相互相関関数 $C_{12}(k, \Delta L)$ が第5図（ヘ）に示す如く k_1 の近傍において基準値を越えるピーク値を有するか否かを判断し（ステップ⑩）、ピーク値を有さないときは k_2 の近傍ピーク値を有するか否かを判断し（ステップ⑪）、同様にピーク値を有さないときは穿孔機のプラグ不良、ビレット片焼けに起因する偏肉は存在しないこと、換言すれば穿孔機、ビレット加熱炉の調整、点検不要と判断し、診断を終了する。

一方 k_1 で基準値以上のピーク値を有する場合はビレットの片焼けによる偏肉が発生していることが検知され、ビレット加熱炉について加熱条件の調節を行い（ステップ⑫）、調節が終了すると k_2 でピーク値を有するか否かを判断し（ステッ

ブ④)、ピーク値を有するときは穿孔機のプラグ交換、調節を行い(ステップ⑤)、次の継目無管の製造を行い(ステップ⑥)、相互相関関数 $C_{12}(k, \Delta \ell)$ が k_1, k_2 のいずれにおいてもピーク値を有しなくなるまでステップ④に戻って上記過程を反復し、加熱炉及び/又は穿孔機の再調節を繰り返す。なお上記した k_1, k_2 の決定に際しては穿孔機の穿孔速度及びその後の圧延ミルの圧延比を考慮して定められることは勿論である。

なお上記ステップ④～⑥の過程はより具体的には次の如く行う。即ち管の周方向に夫々 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ だけ隔てられた各管軸方向の肉厚分布関数に基づき求めた相互相関関数について、予め経験的、或いは実験的に求めた判断域 $k_n \pm \Delta k$ ($n = 1, 2$)を設定しておき、この間での相互相関関数ピーク値 $C_{12}(k_1', \Delta \ell)$ 、 $C_{12}(k_2', \Delta \ell)$ 、 $k_1 - \Delta k < k_1' < k_1 + \Delta k$ 、 $k_2 - \Delta k < k_2' < k_2 + \Delta k$ を求める。そしてこのようなピーク値を各相互相関関数について求め

その複数個について平均をとり、それが所定の値を越えた場合にのみ夫々に応じて穿孔機のプラグ不良、加熱炉不良を改善すべく必要な措置を採ることとする。

(効果)

以上の如く本発明方法にあっては製造された管の周方向複数個所の夫々において軸長方向の肉厚を測定し、この肉厚データに基づいて偏肉の程度、周期を算出し、各偏肉要因毎の特徴的肉厚変動パターンを抽出し、各要因の有無を判断し得ることとなり、偏肉要因を正確、且つ容易に検出し得て適正な処置を施し得ることとなり管品質の格段の向上を図れることは勿論、不必要な点検、整備が省略出来て、省力化が図れる外、部品交換等も適切なタイミングで行い得るから無駄な部品交換も防止出来て部品コストの低減も図れるなど、本発明は優れた効果を奏するものである。

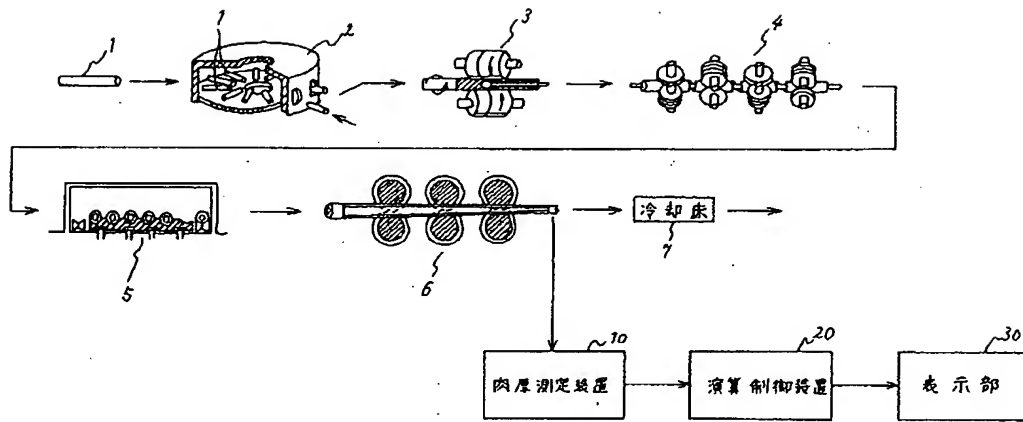
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明方法を適用したマンネスマン・マンドレルミルによる継目無管の製造工程を示す

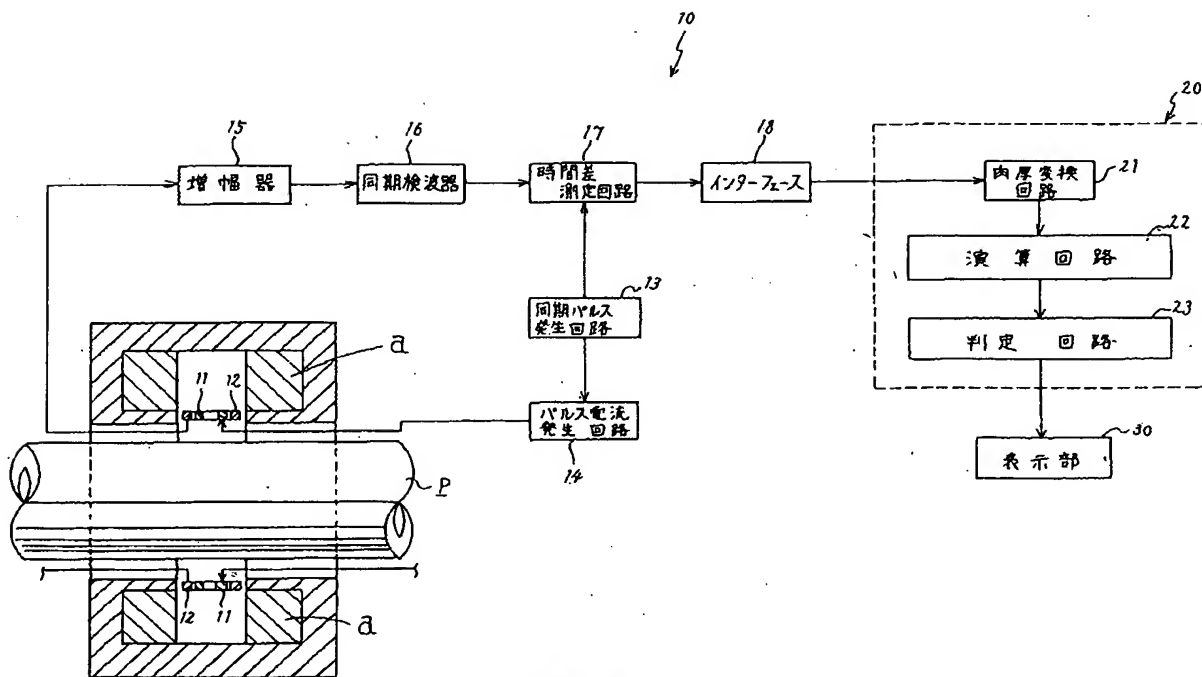
模式図、第2図は電磁超音波による肉厚測定装置のブロック図、第3、4図は本発明方法の偏肉要因判定過程を示すフローチャート、第5図(イ)～(ヘ)は穿孔機のプラグ不良、ビレット片焼けに起因する偏肉の診断過程を示す説明図である。

1…ビレット 2…加熱炉 3…穿孔機
4…マンドレルミル 5…再加熱炉 6…ストレッチレデューサ 7…冷却床 10…肉厚測定装置
11, 12…送、受信コイル 20…演算制御装置
30…表示部

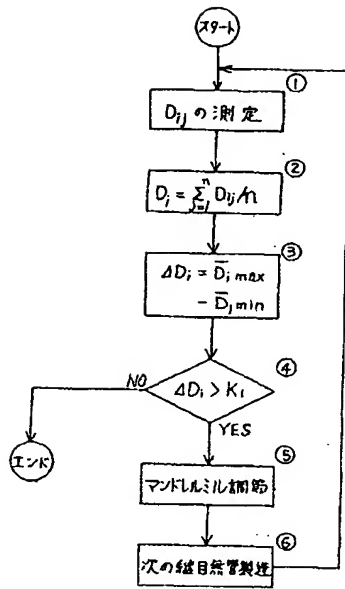
特許出願人 住友金属工業株式会社
代理人 弁理士 河野登夫



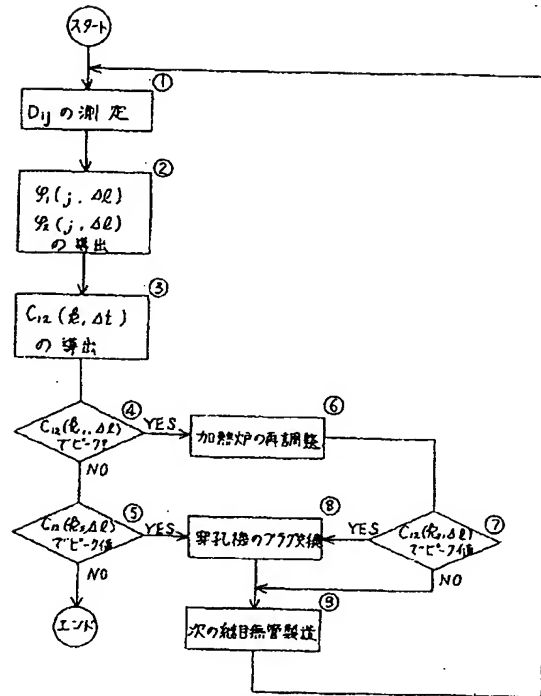
第 1 図



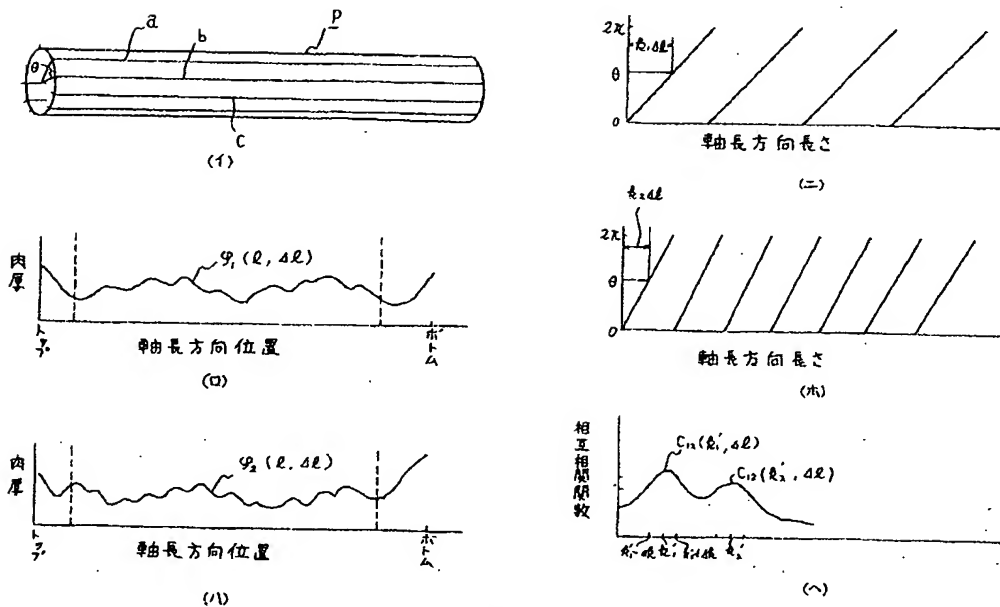
第 2 図



第3図



第4図



第5図

特開昭61-7010(8)

第1頁の続き

②発 明 者 中 西 麻 平 海南市船尾260番地の100 住友金属工業株式会社海南鋼管
製造所内